

# 中華民國經濟部智慧財產局

INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE  
MINISTRY OF ECONOMIC AFFAIRS  
REPUBLIC OF CHINA

茲證明所附文件，係本局存檔中原申請案的副本，正確無訛，  
其申請資料如下：

This is to certify that annexed is a true copy from the records of this  
office of the application as originally filed which is identified hereunder:

申請日：西元 2003 年 05 月 16 日  
Application Date

申請案號：092113358  
Application No.

申請人：財團法人工業技術研究院  
Applicant(s)

局長  
Director General

蔡練生

發文日期：西元 2003 年 7 月 9 日  
Issue Date

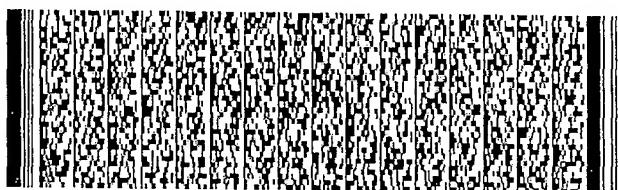
發文字號：  
Serial No. 09220686550

申請日期 :	IPC分類
申請案號 :	

(以上各欄由本局填註)

## 發明專利說明書

一 發明名稱	中文	三維模型之階層式紋理貼圖處理方法
	英文	A multilevel texture processing method for mapping multiple images onto 3D models
二 發明人 (共2人)	姓名 (中文)	1. 周宏隆 2. 陳加珍
	姓名 (英文)	1. Hong-Long CHOU 2. Chia-Chen CHEN
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW 2. 中華民國 TW
	住居所 (中文)	1. 新竹縣竹東鎮中興路四段195號 2. 新竹縣竹東鎮中興路四段195號
	住居所 (英文)	1. No. 195, Sec. 4, Chung-Hsing Rd., Chu-Tung, Hsinchu, Taiwan, R. O. C. 2. No. 195, Sec. 4, Chung-Hsing Rd., Chu-Tung, Hsinchu, Taiwan, R. O. C.
三 申請人 (共1人)	名稱或 姓名 (中文)	1. 財團法人工業技術研究院
	名稱或 姓名 (英文)	1. INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE
	國籍 (中英文)	1. 中華民國 TW
	住居所 (營業所) (中文)	1. 新竹縣竹東鎮中興路四段195號 (本地址與前向貴局申請者相同)
	住居所 (營業所) (英文)	1. No. 195, Sec. 4, Chung-Hsing Rd., Chu-Tung, Hsinchu, Taiwan, R. O. C.
	代表人 (中文)	1. 翁政義
代表人 (英文)	1. Cheng-I WENG	



四、中文發明摘要 (發明名稱：三維模型之階層式紋理貼圖處理方法)

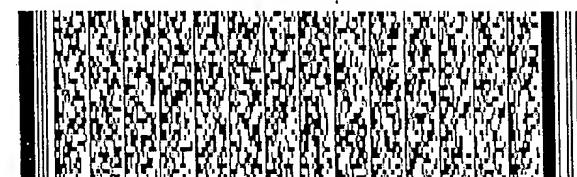
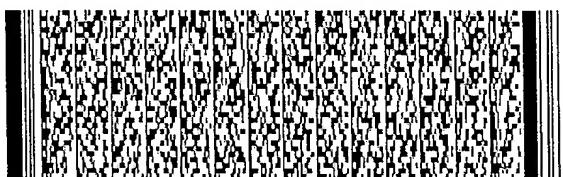
一種三維模型之階層式紋理貼圖處理方法，係用以將多張不同角度的影像對映到三維模型上，且依序從影像層級 (Image level) 、紋理層級 (Texture level) 到像素層級 (Pixel level) 對紋理上的影像像素強度 (Pixel intensity) 做不同程度的調整，使紋理模型上的相鄰網格之紋理不會因為其來自不同打光情況及相機參數設定等原因之影像，而產生像素強度有不連續變化的現象，破壞電腦產生影像 (CGI) 的圖像逼真 (Photo-realistic) 品質。

五、(一)、本案代表圖為：第 1 圖

(二)、本案代表圖之元件代表符號簡單說明：

六、英文發明摘要 (發明名稱：A multilevel texture processing method for mapping multiple images onto 3D models)

A multilevel texture mapping process for 3D model which maps different perspective images onto a 3D model is developed. The textures mapped to the 3D model are processed from image level to texture level, then to pixel level to ease the edge appearance problem at the boundary where neighboring images are stitched together caused by different lighting and viewing parameters. The



四、中文發明摘要 (發明名稱：三維模型之階層式紋理貼圖處理方法)

六、英文發明摘要 (發明名稱：A multilevel texture processing method for mapping multiple images onto 3D models)

result shows that the smooth transition between neighboring textures provides better visual quality than just blending the boundary where neighboring images stitched.



一、本案已向

國家(地區)申請專利

申請日期

案號

主張專利法第二十四條第一項優先權

無

二、主張專利法第二十五條之一第一項優先權：

申請案號：

無

日期：

三、主張本案係符合專利法第二十條第一項第一款但書或第二款但書規定之期間

日期：

四、有關微生物已寄存於國外：

寄存國家：

無

寄存機構：

寄存日期：

寄存號碼：

有關微生物已寄存於國內(本局所指定之寄存機構)：

寄存機構：

無

寄存日期：

寄存號碼：

熟習該項技術者易於獲得，不須寄存。



## 五、發明說明 (1)

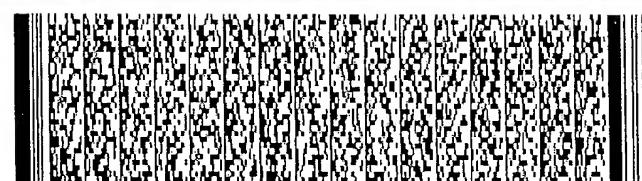
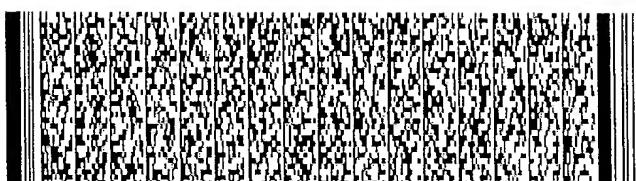
### 【發明所屬之技術領域】

本發明係為一種三維模型之貼圖處理方法，應用於將影像貼合至一三維模型，特別是一種劃分為影像層級、紋理層級以及像素層級，並分別對紋理上的影像像素強度來調整之三維模型之階層式紋理貼圖處理方法。

### 【先前技術】

紋理貼圖(Texture mapping)技術在電腦圖學(Computer graphics)領域中被提出來增加電腦產生影像(CGI)之逼真度。其透過逼真的影像，產生三維模型上的紋理貼圖設定，達成以較少的網格面需求，但有較好的影像展現(Rendering)效果。而隨著IC設計技術的進步，紋理貼圖所需的運算功能及紋理記憶體在大多數的繪圖晶片中均已包含在內。因此，現今在不同領域的應用中，如遊戲(Gaming)、動畫(Animation)、3D網站，都可以找到利用紋理貼圖來產生圖像真實(Photo-realistic)效果的影像，供使用者觀賞、互動。

一般說來，欲將影像(Image)貼到三維模型(3D model)上，首先，必須透過人工建構或三維掃瞄建構出一個完整且準確的物體數位化三維模型。接下來便是拍攝物體的二維影像，並建立三維模型和二維影像間的投影關係。在獲得物體的三維模型、其某個角度的影像及對應的投影關係後，我們便可以將數位化的三維模型透過投影關係投影在二維影像上。如此，再將投影在影像上中三維模型之各網格所涵蓋的影像區域設定為網格所對應的紋理即

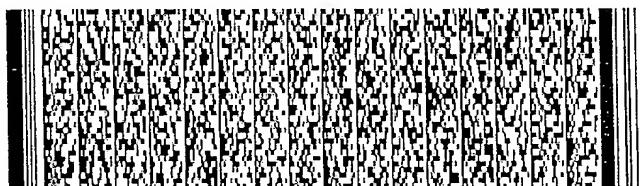


## 五、發明說明 (2)

完成紋理貼圖的設定。

當我們將一張影像的紋理對映到三維模型中，可以利用上述的程序快速完成物體紋理貼圖的設定，而獲得一個貼有紋理的模型 (Textured model)。但是，一張影像不足以涵蓋物體全部表面的紋理，此時模型的影像展現 (Rendering) 結果會出現破洞或是著色 (Shading) 不對的問題。因此，必須利用多張不同角度的影像才可以完整地設定三維模型上各個網格的紋理，以解決此一缺點。然在拍攝物體不同角度影像時，可能因為不同時間的拍攝、不同光源的影像及不同相機參數的設定 (放大、縮小、不同焦距、相機位置) 等因素造成物體表面上同一個表面點在不同角度的影像投影有不同顏色的呈現。如此當我們將多張影像貼到數位化的三維模型上時會發生紋理顏色變化不一致，進而使影像展現結果有視覺上的缺陷。

為解決此一問題，我們可以利用已設定好的三維模型紋理貼圖，透過投影等方式，如投影到圓柱體或球體表面，產生一張整體圖 (Global map)，再透過人工修編的方式，利用既有的影像處理軟體工具，如 PhotoImpact、PhotoShop 等，一一的去調整整體圖中各區域像素顏色變化不一致的地方；但此一工作需要對影像處理工具熟稔的美工人員花費許多時間才能得到好的結果。而如美國專利第 6057850 號，其係透過一個可以控制、定位的打光系統，針對每個相機拍攝位置，拍攝不同打光方向的物體影像，後再將這些固定相機參數位置；但不同打光情況的影



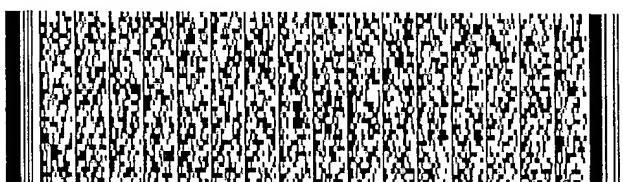
### 五、發明說明 (3)

像接合 (Stitch) 在一起，是依據打光方向及相機拍攝角度做不同程度的智慧型像素混合 (Pixel-wise blending)，如此將不同角度打光所造成的光影現象以權重平均方式消除掉，得到一個較無光源影響的影像。再從此影像中切割紋理出來設定到三維模型上，如此可以重新做不同打光、不同相機位置參數的設定來展現出新的影像；但是其需要有特殊定位的打光系統，才能得到較佳的效果，使用上並不經濟。

另外，如美國專利第6281904號，係將三維模型切割為數個不同的平面區域組成，以人工的方式選取三維模型上各區域在影像中對應的投影範圍，在不同影像中，相同的三維模型區域所投影的範圍再透過各種方式混合在一起；此方法考慮的是如何將同一區域 (Region) 在不同影像中的成像合在一起，並未處理區域間的差異。為了改進此一專利，另外提出如美國專利第6469710號，其提出利用阿法混合 (Alpha blending) 的觀念，設定同一三維模型表面區域在不同影像上的投影範圍中各個像素的對於最終紋理的貢獻程度，若投影範圍內有其他物體的成像，則設定此像素貢獻為零，以消除錯誤影像像素的影響。然而其運算只是針對同一個三維模型表面區域的投影，因此區域間的紋理變化同樣會因相鄰紋理有不同的變化而造成視覺上的差異。

#### 【發明內容】

本發明為解決上述問題而提供一種三維模型之階層式



## 五、發明說明 (4)

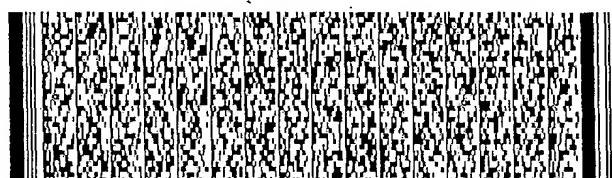
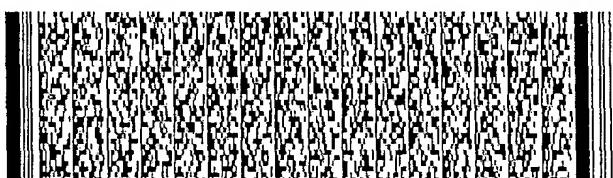
紋理貼圖處理方法，相鄰網格之紋理不會因為其來自不同打光情況及相機參數設定等原因之影像，而產生影像像素強度有不連續變化的現象，破壞電腦產生影像(CGI)的圖像逼真(Photo-realistic)品質。

根據本發明所揭露之三維模型之階層式紋理貼圖處理方法，主要係將貼圖影像區分為影像層級(Image level)、紋理層級(Texture level)、像素層級

(Pixel level)三個層級，針對各層級範圍內的影像像素強度(Pixel intensity)做不同程度的調整。在影像層級中，針對影像具有重疊的網格，利用加權平均的方式計算影像像素強度平均值，並對整體影像作調整。接著進行紋理層級的調整，將重複區域之網格的紋理，利用預定的條件判斷，利用其中之一的紋理來計算或是取代之正規化運算，並進行網格之紋理與周圍相鄰網格之紋理的模糊化，使紋理更為平順。最後再由像素層級，調整處理網格內像素的顏色，而能得到最佳的三維模型。同時，本發明可針對輸入之影像資料進行累加式處理，當有新影像進入時，不需要重複浪費時間來重新計算。

### 【實施方式】

本發明係揭露一種三維模型之階層式紋理貼圖處理方法，請參閱「第1圖」，首先，提供複數張影像至一三維模型(步驟101)，而其中影像來源的取得可藉由各種的角度拍攝實體，並不用如前案需要有特殊的打光系統，接著判斷三維模型上是否具有為紋理貼圖(步驟102)，如

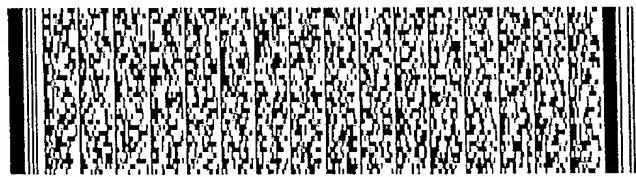
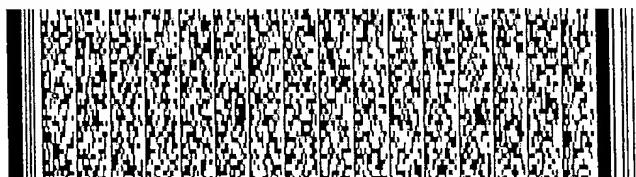


## 五、發明說明 (5)

果輸入影像為貼合至三維模型上的第一張影像，理所當然就是『否』，進入紋理擷取貼合 (Texture extraction and mapping) (步驟103)；如果不是第一張影像，則為『是』，則利用影像層級調整 (步驟104)、紋理層級調整 (步驟105) 以及像素層級調整 (步驟106) 等三層級的調整。然後接著判斷是否具有下一張影像 (步驟107)，依序將其完成，最後輸出三維模型 (步驟108)。因為藉由這樣的設計，故不論何時，僅需要增加影像進入，可馬上進行累加計算，而不需重新計算。

當其判斷為第一張影像時，執行紋理擷取貼合 (步驟103)，以下詳述其方法。當影像及三維模型載入到記憶體後，先設定影像的投影關係矩陣，影像的投影關係矩陣可以透過人工或自動的相機校正程序獲得。接下來是將數位化三維模型上的網格面透過投影矩陣一一的投影在真實影像上，若投影在影像上的網格面是可視 (Visible) 的，則將其所涵蓋的區域設定為其對應的紋理，反之，則跳過，繼續處理下一個網格面，一直到影像之所有網格處理完，此時，因為僅有單一張影像資料，故得到的三維模型可能會有相當多的空白缺口。

而當為第二張以後之影像輸入時，則利用三階層的方式來調整，分別為影像層級 (Image level) 調整 (步驟104)、紋理層級 (Texture level) 調整 (步驟105) 與像素層級 (Pixel level) 調整 (步驟106)，以下分別詳述三個階層的調整。首先，請參閱「第2圖」，兩張影像



## 五、發明說明 (6)

結合前，需先將三維模型之紋理貼圖與影像分割成複數個網格之投影（步驟201），當然分割轉換時，必須使用相同的空間座標，接著擷取出有重複的網格（步驟202），利用重複的網格來加權平均計算像素的亮度（步驟203），來調整整張影像的像素強度（步驟204），公式如下：

$$I'_s(x_i, y_i) = I_s(x_i, y_i) - \mu_s + \mu_b$$

其中為  $\mu_s$  為三維模型之重複網格的像素強度平均；

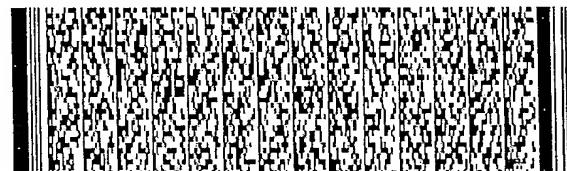
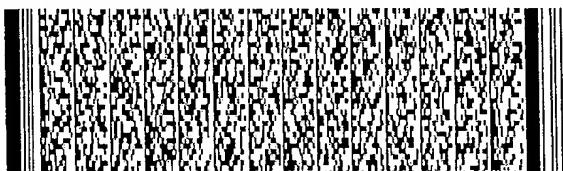
$\mu_b$  為輸入影像之重複網格的像素強度平均；

$I_s(x_i, y_i)$  為三維模型各點的像素強度；及

$I'_s(x_i, y_i)$  為調整後三維模型各點的像素強度。

也就是說利用重複網格的像素強度平均，來對整體影像（包含三維模型的紋理貼圖與輸入影像）之像素強度，使得影像輸入後，紋理貼圖與影像之像素強度能作一初步的調整。而因為上述說明僅為第二張輸入影像，如果是第三張以後的影像，三維模型上的紋理貼圖可佔有更高的比重，因此上述可再加入權值比重的參數來因應。

影像之像素強度調整後，接著調整重複網格之紋理（步驟205），重複的網格以預設之條件來判斷，如解析度大小、網格之方向、拍攝之角度等，來判斷，而調整之，舉例來說，如果利用解析度作為判斷條件，則可以直接利用解析度較大的網格之紋理，作為最終網格的紋理，而其餘判斷條件也是相同的原理。



## 五、發明說明 (7)

處理完影像層級的調整（步驟104）後，進入到紋理層級的調整（步驟105）來平滑化網格之紋理，如「第3圖」所示，包含有紋理正規化（Texture normalization）（步驟301）及紋理模糊化（Texture blurring）（步驟302）。紋理正規化（步驟301）主要係將重複之網格所對應之紋理的影像像素強度，分別求取此一網格內的平均值，接著利用下列公式來求算：

$$T'_s(x_i, y_i) = T_s(x_i, y_i) - \mu_s + \mu_b$$

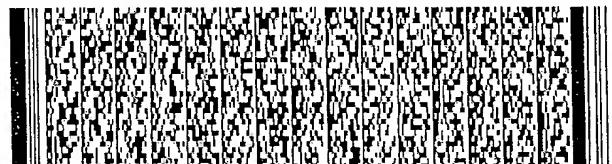
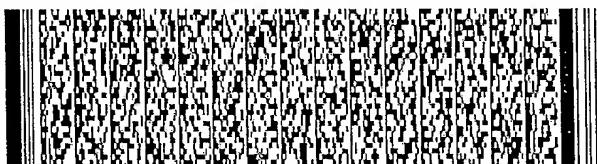
其中為  $\mu_s$  為三維模型之重複網格的紋理之像素強度平均；  
 $\mu_b$  為輸入影像之重複網格的紋理之像素強度平均；  
 $T_s(x_i, y_i)$  為網格內各點的紋理像素強度；及  
 $T'_s(x_i, y_i)$  為調整後網格內各點的紋理像素強度。

其原理於上述相同，故不再累述。接著進行紋理模糊化（Texture blurring）（步驟302），先計算每個網格面對應紋理的強度平均數  $\mu_{s0}$ （見第4圖），再依序計算其周圍網格面對應紋理的強度平均數  $\mu_{s1} \sim \mu_{s10}$ ，並利用公式：

$$\mu'_{s0} = \sum_i w_i \mu_{si}$$

來求算，利用不同的條件（如距離、亮度等）來決定權值比重，並使得每一網格的紋理能夠與周圍網格的紋理混合並模糊化，減少相鄰網格之邊界，而有平順的效果。當然，圖中所繪示之網格係為三角形，但是並不限定為此一形狀，各種的幾何圖形切割都可。

最後接著進行像素層級的調整（步驟106），請參閱



## 五、發明說明 (8)

「第5圖」，首先選取其中的任一個網格（步驟501），並判斷其與週遭網格之紋理是否具有不連續的顏色變化（步驟502），如沒有，則繼續判斷是否已經處理完所有網格（步驟506），一直到將所有的網格處理完。而如果判斷具有不連續的顏色變化，先擷取邊界影像之一像素（步驟503），並針對此一像素找尋在周圍網格紋理中最接近的另一個影像點，將邊界影像點的影像像素強度設定為兩者的加權平均值（步驟504），並紀錄調整前後的差值來進一步地調整網格內的其他影像像素強度（步驟505），其係可利用下式做像素強度的調整：

$$T'_s(x, y) = T_s(x, y) + \sum_{i=1}^N w_i \cdot Id_i$$

其中為  $w_i$  為相關之權值比重；

$Id_i$  為上述之調整差值；

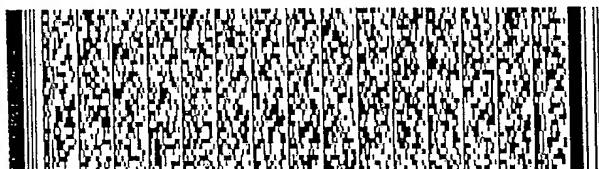
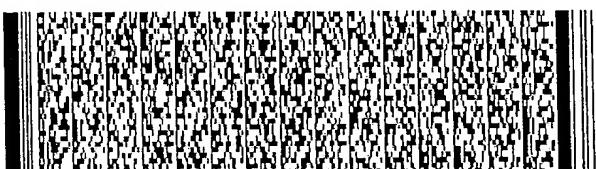
$N$  為總共調整的數量；

$T_s(x_i, y_i)$  為三維模型各點的像素強度；及

$T'_s(x_i, y_i)$  為調整後三維模型各點的像素強度。

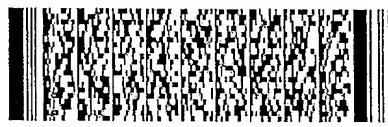
在上式中，我們可以使用單一個( $N=1$ )最近邊界影像像素或不同邊界上( $N=$ 多面體的邊界線個數)的影像像素強度差值來調整網格內的影像像素，而可使得視覺效果上有平順的變化，不再有不連續的顏色變化，且兩區塊的不同亮度效果也被消除。

以上所述者，僅為本發明其中的較佳實施例而已，並非用來限定本發明的實施範圍；即凡依本發明申請專利範



五、發明說明 (9)

圍所作的均等變化與修飾，皆為本發明專利範圍所涵蓋。



圖式簡單說明

第1圖為本發明之步驟流程示意圖；

第2圖為本發明之影像層級之處理流程圖；

第3圖為本發明之紋理層級之處理流程圖；

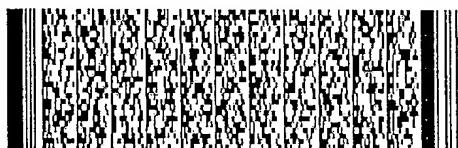
第4圖為網格相鄰之示意圖；及

第5圖為本發明之像素層級之處理流程圖。

【圖式符號說明】

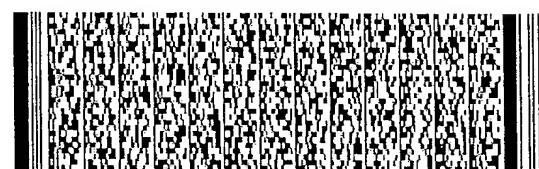
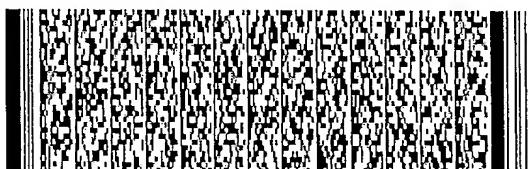
$\mu_{s0} \sim \mu_{s10}$

強度平均數



## 六、申請專利範圍

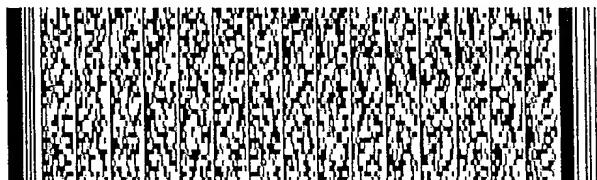
1. 一種三維模型之階層式紋理貼圖處理方法，係用以將影像貼合至一三維模型，且該三維模型具有一紋理貼圖，該方法係包含下列步驟：  
提供一張影像至該三維模型；  
轉換該影像與該紋理貼圖至一相同空間座標並分割為複數個網格；  
於該空間座標內比對該影像與該紋理貼圖，並擷取出重複之網格；  
藉由該重複之網格之像素強度來加權平均計算調整該影像與該紋理貼圖的像素強度 (Pixel intensity)；  
利用一預設條件，取其中之一該影像與該紋理貼圖之紋理作為該網格之紋理；  
平滑化該網格之紋理；  
連續化該網格之像素；及  
回復該網格而輸出該三維模型。
2. 如申請專利範圍第1項所述三維模型之階層式紋理貼圖處理方法，其中該預設條件係選自解析度、網格之方向、該影像拍攝之角度所構成的組合。
3. 如申請專利範圍第1項所述三維模型之階層式紋理貼圖處理方法，其中該平滑化該網格之紋理的步驟係包含有紋理正規化 (Texture normalization) 與紋理模糊化 (Texture blurring)。
4. 如申請專利範圍第3項所述三維模型之階層式紋理貼圖處理方法，其中該紋理正規化係利用該影像與該紋理貼

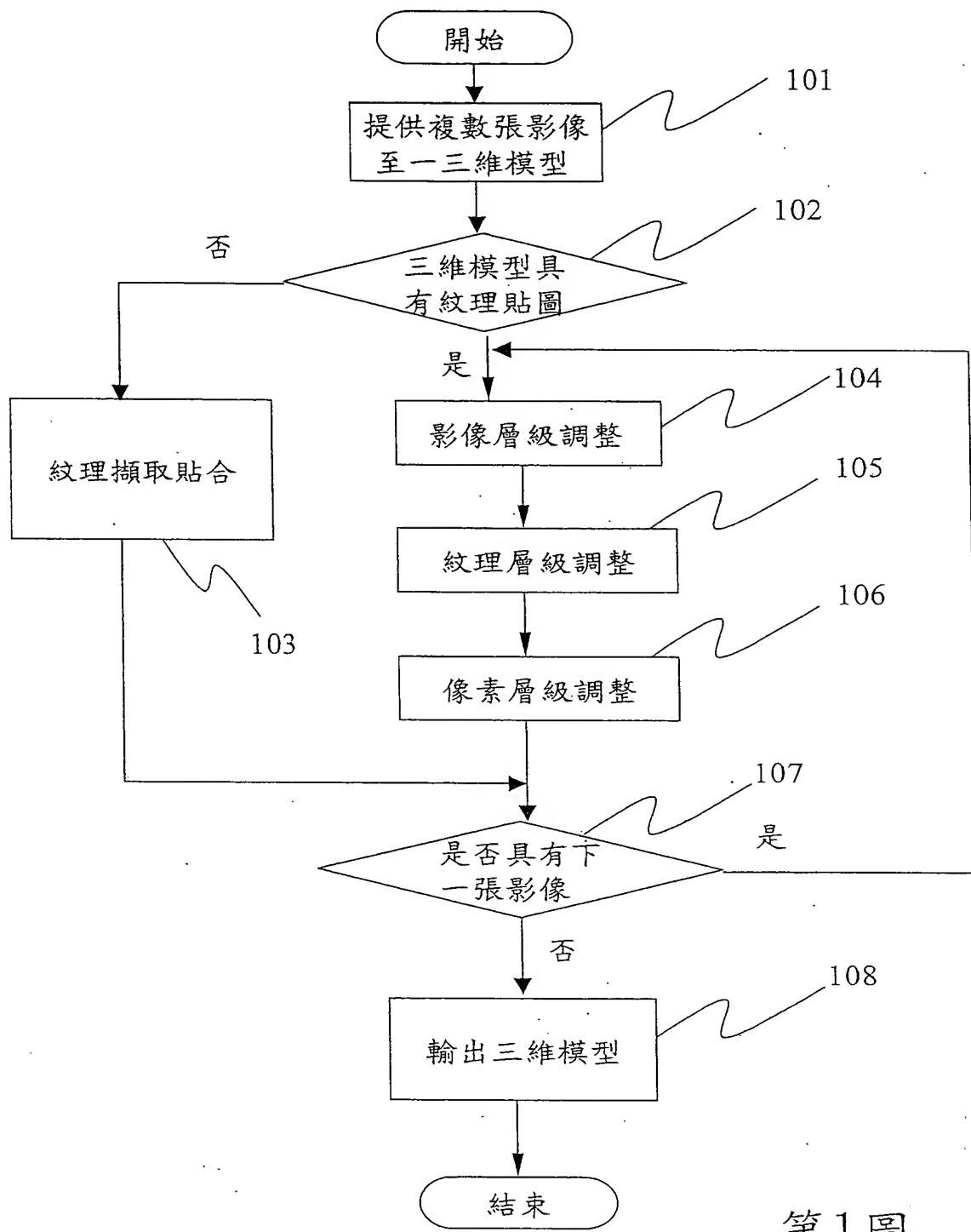


## 六、申請專利範圍

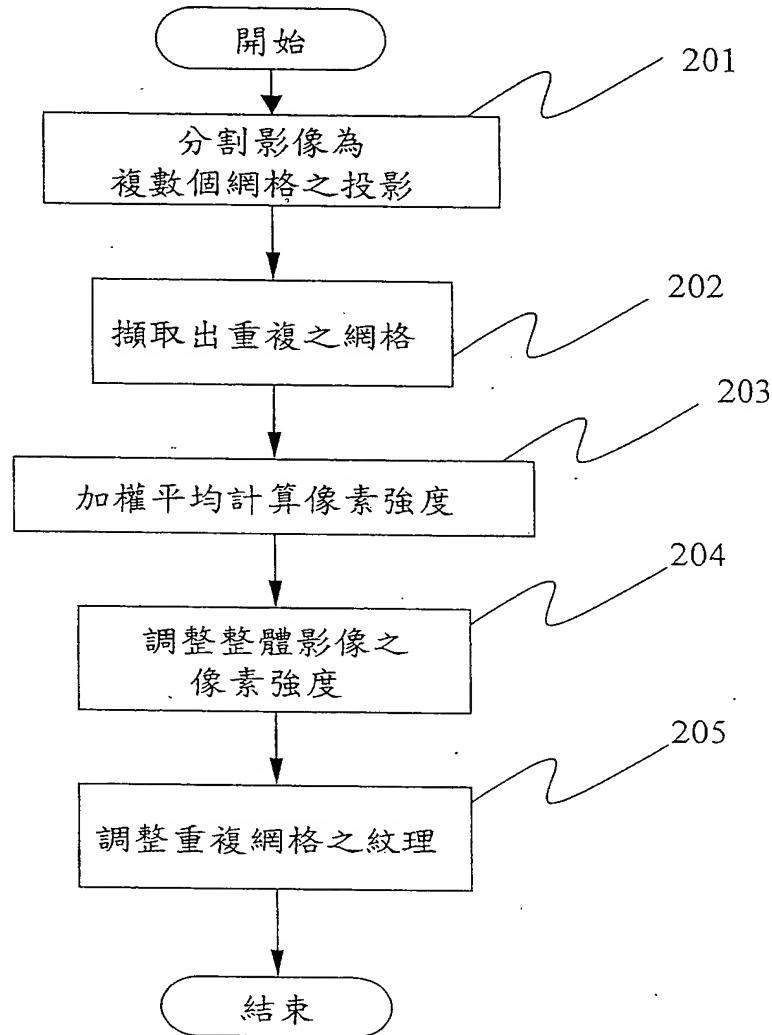
圖對應於該網格之影像強度，藉由加權平均計算調整。

5. 如申請專利範圍第3項所述三維模型之階層式紋理貼圖處理方法，其中該紋理模糊化係利用該網格與相鄰之該網格之紋理來加權平均計算調整。
6. 如申請專利範圍第1項所述三維模型之階層式紋理貼圖處理方法，其中該連續化該網格之像素的步驟係利用與相鄰之該網格混色。
7. 如申請專利範圍第6項所述三維模型之階層式紋理貼圖處理方法，其中該混色步驟係包含下列步驟：  
擷取顏色不連續網格之邊緣上之一像素；及  
求取該像素與其周圍像素之強度之加權平均值作為該像素之強度值。
8. 如申請專利範圍第7項所述三維模型之階層式紋理貼圖處理方法，其中該平均該像素與其周圍像素之強度作為該像素之強度值的步驟後更包含有：  
計算該加權平均值與該像素強度之差；及  
藉由該像素強度差調整該網格內其餘影像之強度。

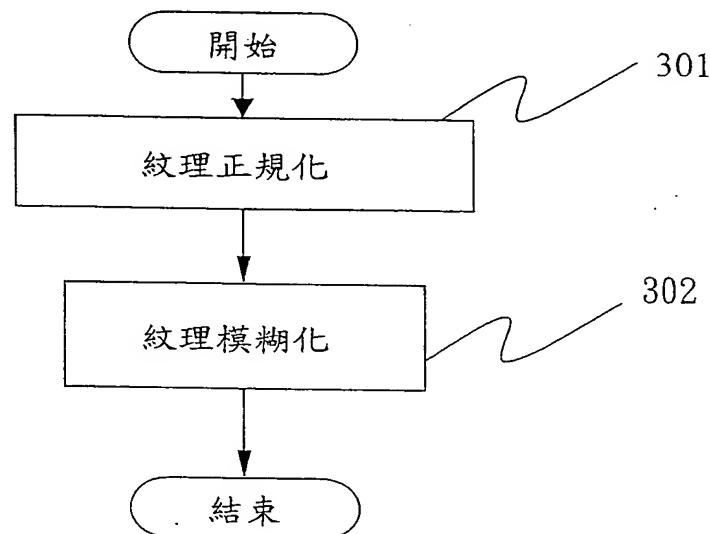




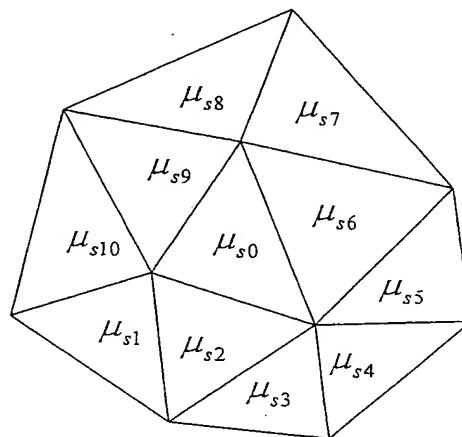
第1圖



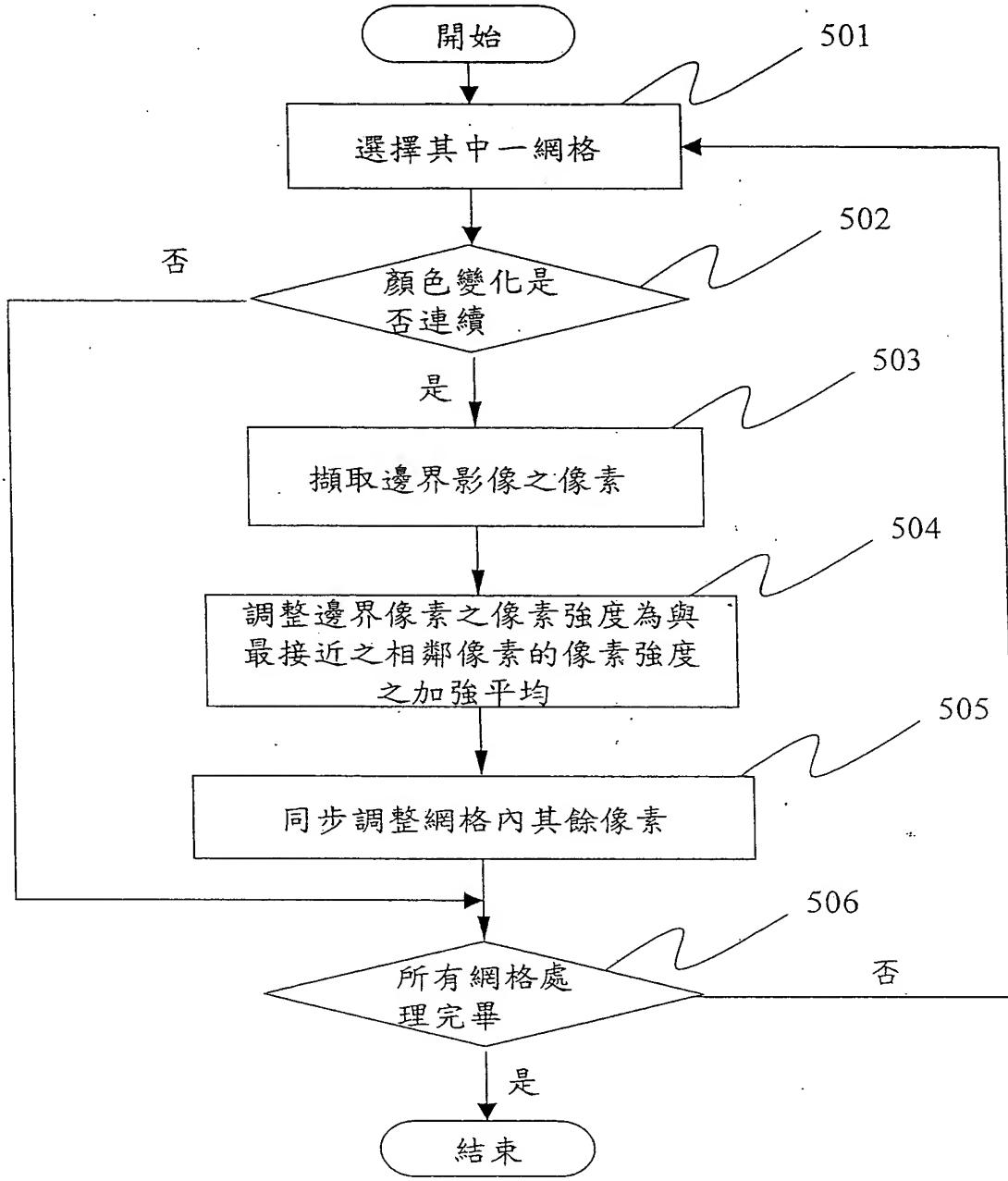
第2圖



第3圖

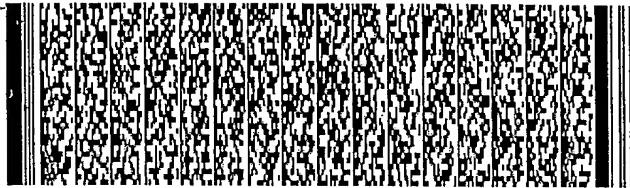


第4圖

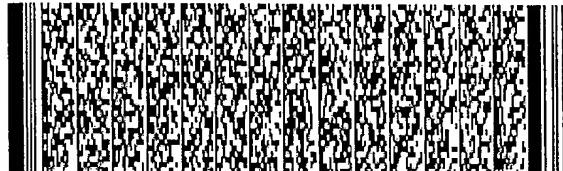


第5圖

第 1/16 頁



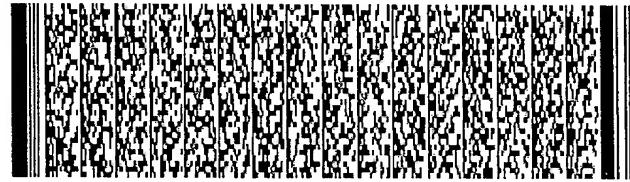
第 2/16 頁



第 4/16 頁



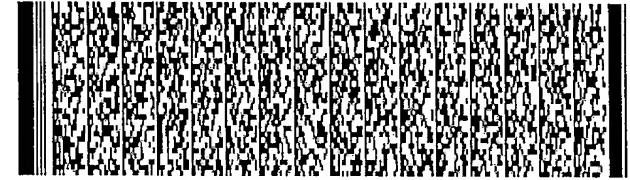
第 5/16 頁



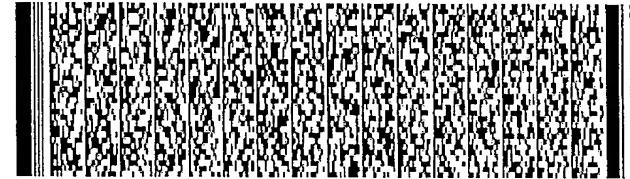
第 6/16 頁



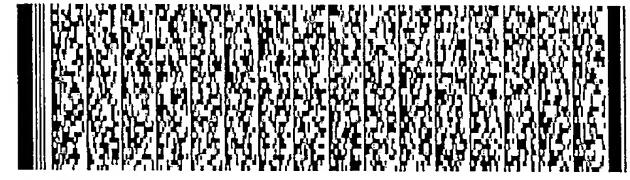
第 7/16 頁



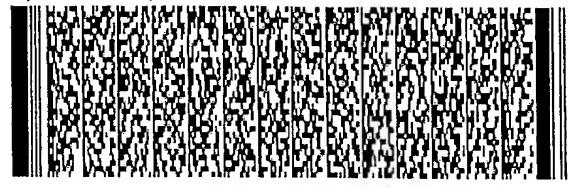
第 8/16 頁



第 9/16 頁



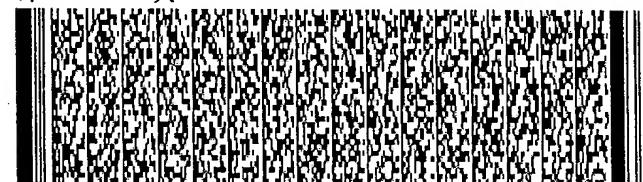
第 2/16 頁



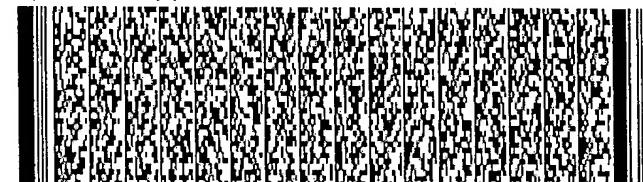
第 3/16 頁



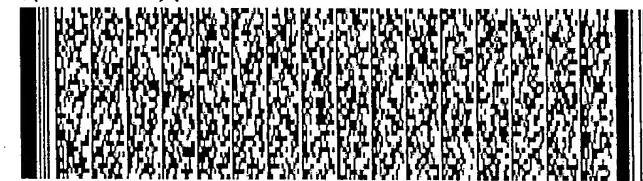
第 5/16 頁



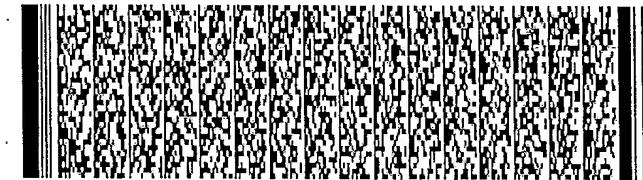
第 6/16 頁



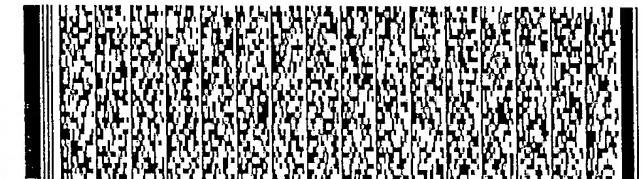
第 7/16 頁



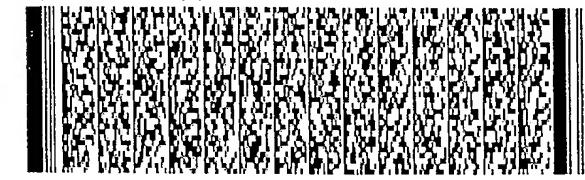
第 8/16 頁



第 9/16 頁



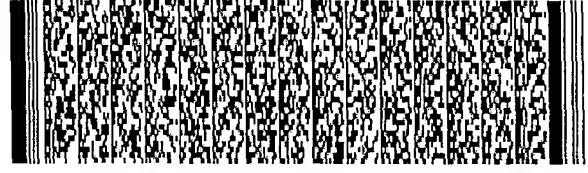
第 10/16 頁



第 10/16 頁



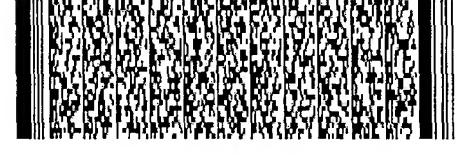
第 11/16 頁



第 12/16 頁



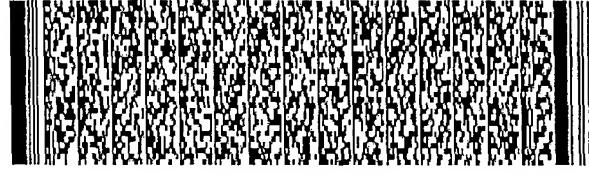
第 14/16 頁



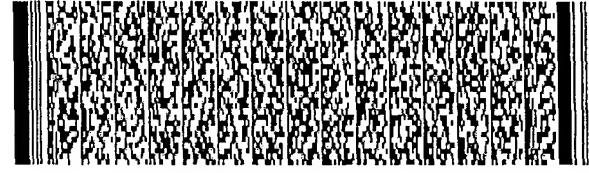
第 15/16 頁



第 11/16 頁



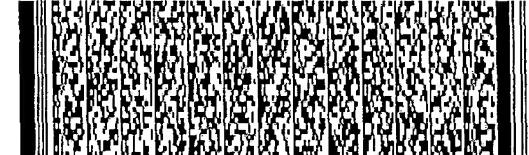
第 12/16 頁



第 13/16 頁



第 15/16 頁



第 16/16 頁

